Artículo Científico

CEDAMAZ
Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonía

URL: revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz

CEDAMAZ 08 (2018) 30–36

Efecto del tiempo de maduración y de microorganismos eficientes en el contenido nutricional del bocashi

Effect of maturation time and efficient microorganisms on the bocashi nutritional quality

Lelis Loarte[a], Vicente Apolo[b], Pablo Alvarez[c,*]

[a] *Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.*
[b] *Laboratorio de Bromatología, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja.*
[c] *Programa de Investigación Bosques y Servicios Ecosistémicos. Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.*

Resumen

El estudio consistió en evaluar la calidad nutricional del bocashi elaborado con residuos de las cosechas de pequeñas fincas de sectores rurales, en función de la adición de microorganismos eficientes (EM) nativos y comerciales, y del tiempo de fermentación. Considerando que la zona de estudio se caracteriza por la producción de hortalizas, se utilizó la planta de lechuga Lactuca sativa L. como indicador. Las variables evaluadas a los 30 y 50 días fueron: altura de planta, ancho de hoja, número de hojas, peso foliar y radicular. Con relación a la calidad nutricional de bocashi, la materia orgánica presentó el valor más alto (30,6 %) en el bocashi con EM nativos de 60 días de fermentación. El nitrógeno total (NT) presentó el valor más alto (1,1 %) en el mismo tratamiento. Similar situación ocurrió con el K_20 cuyo valor más alto (1144 ppm) fue en tratamiento anteriormente mencionado. El contenido de P_20_5 fue mayor (797 ppm) en el bocashi con EM locales de 45 días de fermentación. Los valores más bajos de nutrientes se reportaron en el bocashi sin EM de 30 días de fermentación. Mayor biomasa aérea de las plantas (que es el producto de cosecha) fue observada en el bocashi con adición de EM nativos y comerciales con un promedio de 65,8 g entre los dos tratamientos. Utilizar los residuos de las cosechas para elaborar bocashi con adición de EM locales capturados de forma artesanal, conduce a mejorar la calidad nutricional de este abono, que se corrobora con el cultivo indicador.
Palabras claves: Abonos orgánicos; Agricultura ecológica; Microorganismos eficientes; Captura de microorganismos; Calidad de abonos.

Abstract

The study was carried out to evaluate the nutritional quality of bocashi made with residues from small farms in rural areas, based on the addition of native and commercial efficient microorganisms (EM), and the fermentation time. Considering that the study area is characterized by vegetable production, Lactuca sativa L. was used as an indicator crop. The variables evaluated at 30 and 50 days were: plant height, leaf width, number of leaves, and aerial and radicular plant biomass. Regarding the nutritional quality of this manure, the organic matter presented the highest value (30.6 %) in the bocashi with native EM of 60 days of fermentation. Total nitrogen (TN) presented the highest value (1.1 %) in the same treatment. A similar situation occurred with K_20, which had the highest value (1144 ppm) in the previously mentioned treatment. The P_20_5 concentration was higher (797 ppm) in the bocashi with local EM of 45 days of fermentation. The lowest nutrient values were reported in the 30 day fermentation bocashi without EM. Greater aerial plant biomass (which is the harvest part) was observed in the bocashi with addition of native and commercial EM with an average of 65.8 g between the two treatments. Using crop residues to produce bocashi with the addition of local EM captured by hand-making methods leads to improve the compost nutritional quality.
Keywords: Organic manure; Organic agriculture; Efficient microorganisms; Capture of microorganisms; manures quality.

* Autor para correspondencia.
Correo electrónico: pablo.alvarez@unl.edu.ec (Pablo Alvarez)

Recibido el 10 de diciembre de 2018
Aceptado el 21 de diciembre de 2018

VISIT…

LANZAROTE
Caliente.COM

1. Introducción

Los cultivos tienen la capacidad de extraer elevadas cantidades de nutrientes del suelo, disminuyendo así su fertilidad natural (Weil and Brady, 2016). El uso irracional de fertilizantes inorgánicos, en su mayoría poco amigables con la naturaleza, constituye un peligro para el equilibrio ecológico del suelo y su sostenibilidad nutricional (Panhwar et al., 2019). Para mitigar esta problemática, se han generado alternativas ecológicas como los abonos orgánicos (Flores-Félix et al., 2019), dentro de los que se encuentra el bocashi que se elabora con residuos orgánicos generados en las actividades agrícolas (Formowitz et al., 2007). Este abono puede ser enriquecido con la inclusión de microorganismos eficientes (Sharma et al., 2016), que pueden ser obtenidos in situ de forma artesanal en cada uno de las unidades de producción.

El bocashi es un abono orgánico producido por la descomposición y fermentación de residuos orgánicos vegetales y animales (Footer, 2013), que en condiciones adecuadas de humedad y temperatura permite aportar nutrientes esenciales al suelo, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro, así como mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo (Boechat et al., 2013; Weindorf et al., 2011). De esta forma, el bocashi mejora y estimula la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas (Dou et al., 2012). La composición química varía de acuerdo al proceso de elaboración, tiempo de fermentación, actividad biológica y tipos de materiales empleados, lo que repercute sobre la calidad del abono orgánico que está dada por su contenido nutricional y su capacidad de proveer nutrientes (Mayer et al., 2010; Suthamathy and Seran, 2013).

Este abono constituye una alternativa sustentable que permite generar una producción inocua y rentable, y paralelamente contribuye a mejorar la productividad de los cultivos (Boechat et al., 2013). Un rendimiento sostenible indica una buena calidad de la tierra (suelo, clima u otra característica física) y un manejo eficiente de los recursos disponibles, lo que permite generar una rentabilidad considerable de la actividad agropecuaria (Rose et al., 2019). Se han realizado estudios comparando el efecto de la aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos, reportándose que estos últimos mejoran la fertilidad del suelo e incrementan significativamente el rendimiento de varios cultivos (Afreh et al., 2018; Gai et al., 2018).

La investigación se orientó a la recuperación de la fertilidad del suelo con la aplicación de bocashi elaborado con residuos orgánicos de las unidades de producción agropecuaria (UPAs) y microorganismos eficientes (EM) locales y comerciales. Con estas consideraciones se planteó como objeto de estudio evaluar el efecto del tiempo de maduración en la calidad nutricional del bocashi producido con residuos generados en las UPAs seleccionadas en función de su extensión en la parroquia Chuquiribamba. Se evaluó además el efecto del bocashi en el crecimiento y desarrollo de plantas de lechuga. La hipótesis que se quiere corroborar es si el tiempo de fermentación del bocashi y los EM influyen en la calidad nutricional de este tipo de compost.

2. Material y Métodos

2.1. *Área de estudio*

El estudio se realizó en la parroquia Chuquiribamba, cantón Loja, provincia de Loja. Esta unidad territorial rural tiene una extensión de 71,98 km^2 y un rango altitudinal que va de 1600 a 3300 msnm. La precipitación fluctúa entre 800 y 1300 mm anuales y la temperatura está en el rango de 12 a 20 ^oC (PDOT, 2015). El 91 % de su territorio presenta una textura franca arcillosa (IEE, 2013). Para el levantamiento de la información se utilizó la categorización del Municipio de Loja (PDOT-L, 2014), que estratifica los productores en pequeños, medianos y grandes de acuerdo al tamaño de las UPAs (Tabla **1**).

Tabla 1: Proporción de productores de Chuquiribamba en cada tipología según el tamaño de las UPAs, a partir del registro del Municipio de Loja.

Estratificación	Nro.	Porcentaje
Pequeños (0,01 - 1,5 ha)	94	87,04
Medianos (1,51 - 5 ha)	13	12,04
Grandes (> 5 ha)	1	0,93
Total	108	100,00

Considerando que el número de UPAs es diferente en cada estrato, se utilizó la ecuación descrita por Torres et al. (2006), que calcula el tamaño de la muestra conociendo la población. Un total de 21 encuestas fueron aplicadas (divididas en 15, 5 y 1 para los estratos pequeño, mediano y grande, respectivamente). En cada estrato se recolectó la siguiente información: área cultivada, tipo de cultivos, volumen y destino de los residuos orgánicos. Con base en esta información, se seleccionó los residuos más representativos para la elaboración del bocashi. Los volúmenes considerados para la elaboración del compost fueron añadidos en función del porcentaje de residuos registrados en la Tabla 3. Los residuos seleccionados fueron finamente picados y mezclados tomando en consideración una mezcla adecuada de leguminosas (27 % en términos de volumen), gramíneas y tubérculos, que ocuparon el volumen restante.

2.2. *Obtención y aislamiento de microorganismos eficientes locales.*

Para la obtención de los EM locales, se adaptó la metodología propuesta en varios estudios (Formowitz et al., 2007; Gandahi and Hanafi, 2014; Sharma et al., 2016) con la finalidad de utilizar los recursos y medios disponibles en la zona de estudio. Para capturar los EM se utilizó vasos de plástico de 200 cm3 en los que se añadió 100 g de arroz previamente cocido (sin sal, sin grasa y con una fuente de proteína) y 25 mL de melaza, y se taparon con malla de plástico que fue asegurada con cinta elástica. Estos vasos fueron colocados directamente en campo en tres medios (tres vasos por medio): a) estiércol de bovino fresco, b) bocashi en proceso de descomposición, y c) mantillo del bosque, por un periodo de ocho días para la captura de microorganismos en campo. Luego de este lapso de tiempo, el contenido de los recipientes fue mezclado y depositado en un recipiente de 20 L donde se le agregó 4 kg de melaza y 14 L

agua, dejando fermentar anaeróbicamente durante 5 días a una temperatura que varió de 45 a 60 ºC. Posteriormente se tomó 10 L del cultivo fermentado y se pasó a otro recipiente de 20 L donde se añadió 250 g de levadura disuelta en agua, 5 kg de melaza diluida y 500 mL de yogurt natural, y se aforó con agua para su respectiva fermentación anaeróbica por 10 días. De este último se tomó 10 L y se transfirió a un recipiente de 200 L, se agregó 20 Kg de melaza y un vaso de yogurt natural, y se fermentó por 10 días. La solución resultante fue la utilizada para inocular en los tratamientos. Los ciclos de fermentación son con la finalidad de reproducir los microorganismos y disponer de un volumen suficiente para añadir al compost en días posteriores cuando este requería humedad, la cual se mantuvo cercana a capacidad de campo.

2.3. Elaboración de bocashi

Las camas o pilas de bocashi se prepararon en invernadero y tuvieron una dimensión de 1,5 m de largo, 0,5 m de ancho y 0,5 m de altura. Los ingredientes se incorporaron en el siguiente orden vertical: 0,2 m de residuos orgánicos vegetales, 0,1 m de estiércol de cobayo, una lámina de cal, 0,1 m tierra de bosque, una lámina de carbón vegetal (biochar) y nuevamente 0,2 m de residuos vegetales. En cada capa incorporada, y de acuerdo a los tratamientos (véase el apartado siguiente), se añadió la solución que contenía los microorganismos eficientes capturados de forma artesanal y los microorganismos comerciales. Estos últimos fueron de la casa comercial AGEARTH que contenían bacterías acidolácticas, bacterias fototróficas y levaduras en una concentración que va de 1x103 a 1x104 UFM mL-1. La dosis recomendada para su aplicación según la ficha técnica es de 5 %, esto es, 10 L de EM por cada 200 L de volumen total (más detalles de la ficha técnica se puede encontrar en el siguiente enlace: http://www.agearthecuador.org/).

2.4. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Se estudió el efecto combinado de dos factores: el tiempo de fermentación (30, 45 y 60 días) y la adición de EM (microorganismos locales capturados de forma artesanal, microorganismos comerciales, ambos en concentración de 5 %, y sin EM) (Tabla **2**). Las características químicas y el aporte de nutrientes del bocashi fueron medidas a través de las siguientes variables: pHH2O (relación 1:2,5), % de materia orgánica (MO, método de Walkey y Black), nitrógeno total (NT, método Kjeldahl), concentración de P (P_2O_5), K (K_2O) y Ca disponibles utilizando la solución extractante Olsen ($NaHCO_3$ 0,5 M, pH 8,5). Para la determinación de estas variables se utilizó la metodología propuesta por Burt (2014).

2.5. Planta evaluada

Los tratamientos de bocashi fueron evaluados utilizando Lactuca sativa variedad Vera como planta indicadora. Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con tres réplicas. El ensayo fue realizado en macetas de 1000 cm3, para lo cual el bocashi fue mezclado en una proporción 1:1 con suelo característico de la zona de estudio. Este suelo tuvo las siguientes características: pH=5,3, MO=1,8 %, N= 31 ppm, P=39 ppm, k=0,34 $cmol_c\ kg^{-1}$, Ca= 5,9 $cmol_c\ kg^{-1}$, y textura franco arcillosa. Cinco plantas por tratamiento fueron evaluadas. Las variables analizadas fueron: altura de planta, ancho de hoja (promedio de tres hojas por planta) y número de hojas, a los 30 y 50 días después del trasplante. La biomasa aérea y radicular se determinó únicamente a los 50 días. Considerando que el comportamiento de las variables en los tratamientos fue similar en ambas fechas, en resultados se presenta los resultados de los 50 días.

Tabla 2: Tratamientos evaluados en la elaboración del bocashi.

Tratamiento	Descripción
EM0-TF30	Bocashi sin EM de 30 días de fermentación
EMC-TF30	Bocashi con EM comerciales de 30 días de fermentación
EML-TF30	Bocashi con EM locales de 30 días de fermentación
EM0-TF45	Bocashi sin EM de 45 días de fermentación
EMC-TF45	Bocashi con EM comerciales de 45 días de fermentación
EML-TF30	Bocashi con EM locales de 45 días de fermentación
EM0-TF60	Bocashi sin EM de 60 días de fermentación
EMC-TF60	Bocashi con EM comerciales de 60 días de fermentación
EML-TF60	Bocashi con EM locales de 60 días de fermentación

2.6. Análisis estadístico

Luego de verificar que los datos tienen una distribución normal, se realizó el análisis de varianza para evaluar la hipótesis planteada con un intervalo de confianza de 95 % y la prueba de comparación múltiple de medias HSD-Tukey 5 %. Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el programa estadístico RStudio® version 1.0.153 (RStudioTeam, 2016), y los gráficos utilizando el paquete ggplot2 (Wickham, 2015).

3. Resultados

En la Tabla **3** de puede observar que el 64 % de los residuos que generan corresponden a hortalizas (familia Brassicaceae), el 27 % a leguminosas, el 14 % a gramíneas (maíz) y el 3 % a tubérculos.

3.1. Composición química de los bocashi en diferentes días de fermentación

En la Figura **1**a se puede observar que la concentración más alta de materia orgánica se encontró en el bocashi con adición de EM locales y de 60 días de fermentación (30,6 %) y presentó diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos. El segundo y tercer valor más alto se reporta para Bocashi de 60 días de fermentación sin y con adición de EM comerciales con 29,8 % y 26,8 % respectivamente. Los valores más bajos fueron observados en los tratamientos de 30 y 45 días de fermentación. En la Figura **1**b se puede observar un comportamiento similar para el NT donde el mayor valor se observa en el bocashi con EM locales y 60 días fermentación con 1,1 %, y presenta diferencias significativas con los demás tratamientos. En la Figura **1**c se observa que el pH varió de 7,9 a 8,4, que corresponde a modernamente alcalino por efectos de la cal incorporada a los mismos. El valor más bajo dentro de este rango se reporta para el bocashi con EM locales de 60 días de fermentación debido

Tabla 3: Cantidad de residuos agrícolas generados que potencialmente pueden utilizarse en compostaje.

Cultivo	Superficie (ha)	Residuos (kg ha-1)	Total de residuos (kg)	Total de residuos (%)
Maíz (Zea mays)	9,46	1705	16125	14
Frejol (Phaseolus vulgaris)	8,06	2841	22898	27
Arveja (Pisum sativum)	6,80	1364	9273	
Col (Brassica oleracea)	6,60	1432	9451	64
Cebolla (Allium cepa)	5,30	568	3010	
Lechuga (Lactuca sativa)	7,30	667	4867	
Brócoli (Brassica oleracea italica)	6,60	7576	50000	
Papa (Solanum tuberosum)	5,50	625	3438	3
Total	**55,62**	**16777**	**119062**	
Total Comunidad	**300,5**		**642934**	

probablemente a la producción de ácidos orgánicos por parte de las bacterias presentes.

En la Figura **2**a se puede observar que la concentración de Ca varía de 11,2 a 12,9 %, sin embargo, estas altas concentraciones se deben al aporte de este elemento en forma de cal (CaCO3). En la Figura **2**b se observa la concentración de potasio expresado como K2O en ppm. El valor más alto se observó en el bocashi con EM locales de 60 días de fermentación con 1166 ppm, y es significativamente diferente a los demás tratamientos. En la Figura **2**c se observa el contenido de fósforo expresado como P2O5 en ppm. El mayor valor fue de 797 ppm en el bocashi con EM locales de 45 días de fermentación, y es estadísticamente diferente a los otros tratamientos. Le siguen los otros dos tratamientos de 45 días.

3.2. Efecto de los bocashi en plantas de lechuga

En la Figura **3**a se observa que la altura de planta a los 50 días después del trasplante (DDT) presentó el valor más alto en el tratamiento que contenía bocashi con EM locales de 45 días de fermentación (18,7 cm) y presenta diferencias significativas con el resto de tratamientos. Los valores más bajos se observaron en los tratamientos que contenían bocashi sin la adición de EM, independientemente del tiempo de fermentación. En la Figura **3**b se puede observar que el largo de hoja presentó el valor más alto en el tratamiento que contenía bocashi con adición de EM locales y 60 días de fermentación. El valor más bajo se reportó en el bocashi sin EM y de 30 días de fermentación. En la Figura **??**c se observa que no existieron diferencias significativas con respecto al número de hojas.

En la Figura **4**a se puede observar que la biomasa aérea es el producto de cosecha de este cultivo que presentó los valores más altos en el bocashi con EM locales y comerciales, de 60 días de fermentación, sin embargo, son estadísticamente similares a mayoría de tratamientos, con excepción del bocashi sin EM y de 30 días de fermentación que presentó los valores más bajos. En la Figura **4**b se observa que en la biomasa radicular todos los tratamientos presentan diferencias significativas únicamente con el bocashi sin EM y con 30 de fermentación.

4. Discusión

4.1. Residuos orgánicos generados en las UPAs

Los residuos orgánicos en la agricultura son muy diversos dependiendo de los aspectos cultures y socioeconómicos de la población (Formowitz et al., 2007). En nuestra área de estudio, los residuos vegetales son muy variables, sin embargo existe cierta similitud en las zonas andinas en cuanto a especies, donde existe una mezcla entre hortalizas, gramíneas, leguminosas y tubérculos, que hacen una materia prima de buena calidad para fines de abonos orgánicos (Gutierres et al., 2014), similares a los reportados en otros sitios con clima templado frío como el de la zona de estudio. Sin embargo, no existe una cultura de aprovechamiento de los residuos generados en las UPAs como son: maíz, fréjol, arveja, col, cebolla, lechuga, brócoli y papa. En ciertas ocasiones estos residuos son aplicados directamente al suelo y en otros casos los comercializan a precios muy bajos (especialmente el cultivo de maíz). En lugar de utilizar los residuos orgánicos, se acostumbra a comprar insumos externos (Weindorf et al., 2011), que en el caso de la zona de estudio se restringe a gallinaza y estiércol de caprino que son aplicados directamente al suelo. Se presume que esta situación se debe al desconocimiento de los agricultores.

4.2. Características químicas del bocashi luego del proceso de fermentación

La composición química del bocashi depende principalmente de los residuos vegetales y animales utilizados en su elaboración (Gandahi and Hanafi, 2014). Se ha reportado que los EM mejoran la calidad nutricional del bocashi y en general de los diferentes tipos de compostaje (Sharma et al., 2016). En este estudio se pudo corroborar que existe un efecto positivo de los EM en calidad nutricional del bocashi, especialmente en los tratamientos a los que se adicionaron cepas locales o nativas con un método de captura artesanal que tiene la facilidad de ser replicado en zonas agrícolas con escasos recursos económicos. En la presente investigación, los contenidos de MO, N_T, P_2O_5 y K_2O presentan diferencias estadísticas entre los tratamientos. Los mejores resultados fueron observados en los tratamientos con adición de EM locales con 60 días de fermentación. El Ca

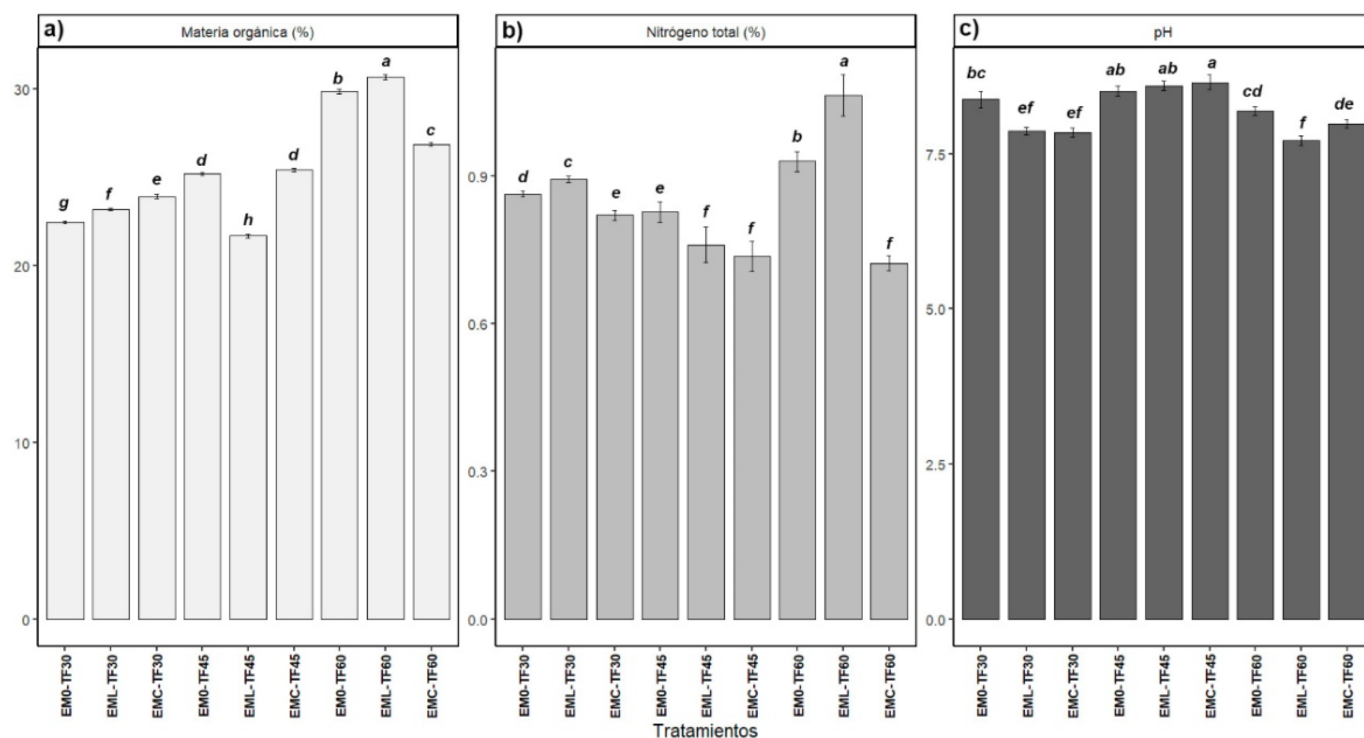


Figura 1: Variación de la concentración de materia orgánica (a), nitrógeno (b) y pH (c) en el proceso de fermentación del bocashi, según los tratamientos empleados. Letras diferentes indican diferencias significativas.

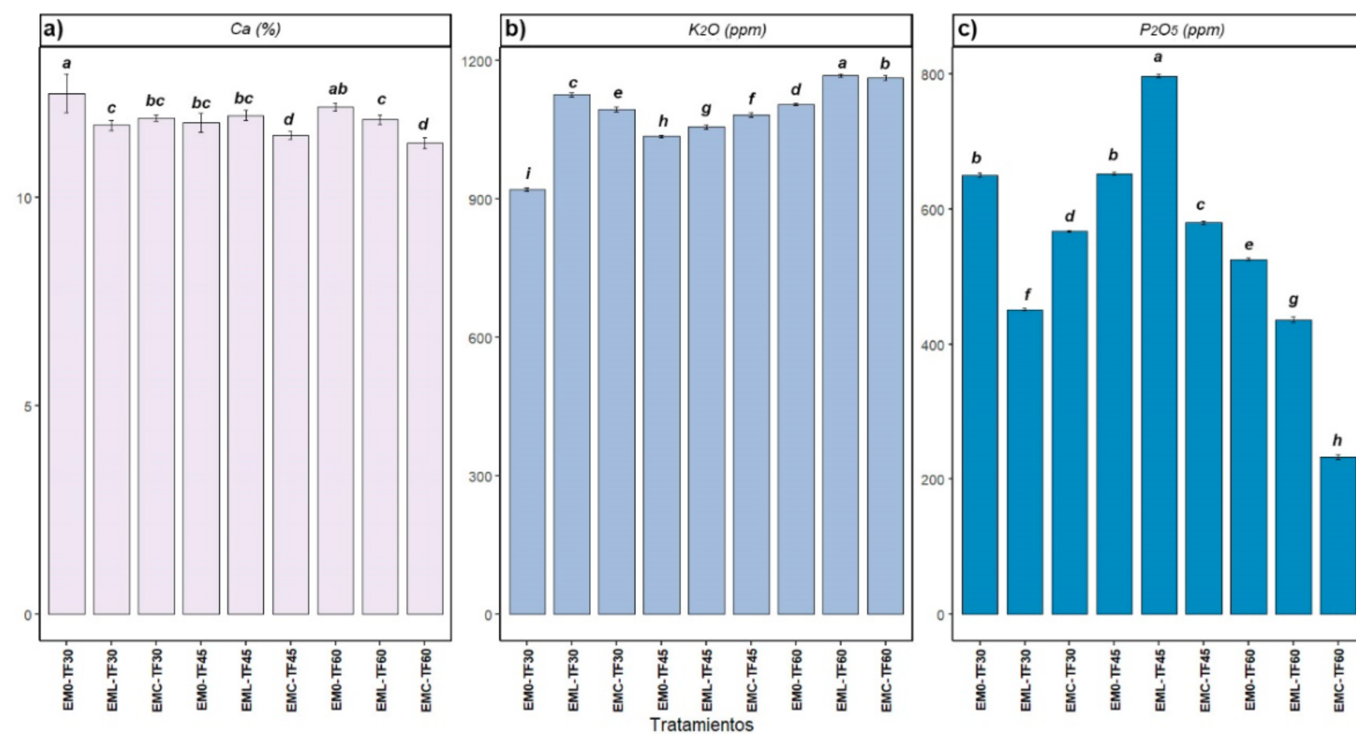


Figura 2: Variación del contenido de calcio (a), potasio (b) y fósforo (c) en el proceso de fermentación del bocashi, según los tratamientos empleados. Letras diferentes indican diferencias significativas.

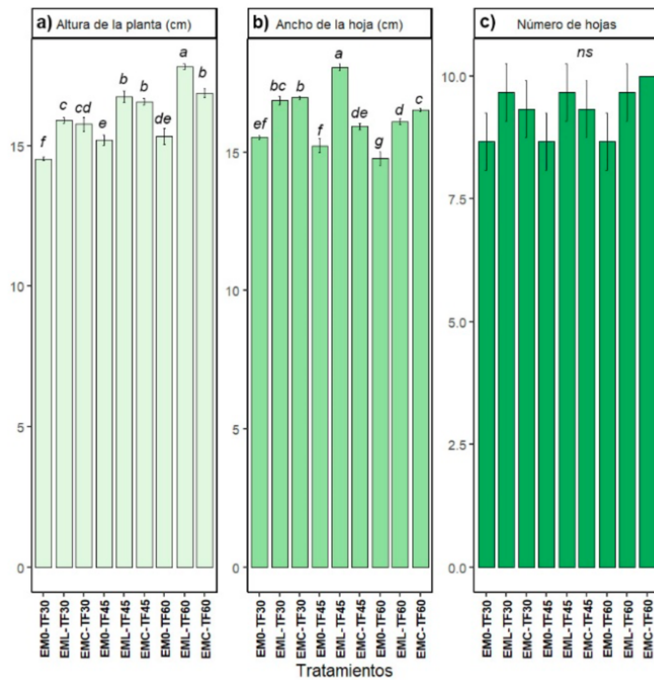


Figura 3: Efecto de los tratamientos en altura de planta (a), ancho (b) y número de hojas (c) de las plantas de lechuga a los 50 días después del trasplante. Letras diferentes indican diferencias significativas.

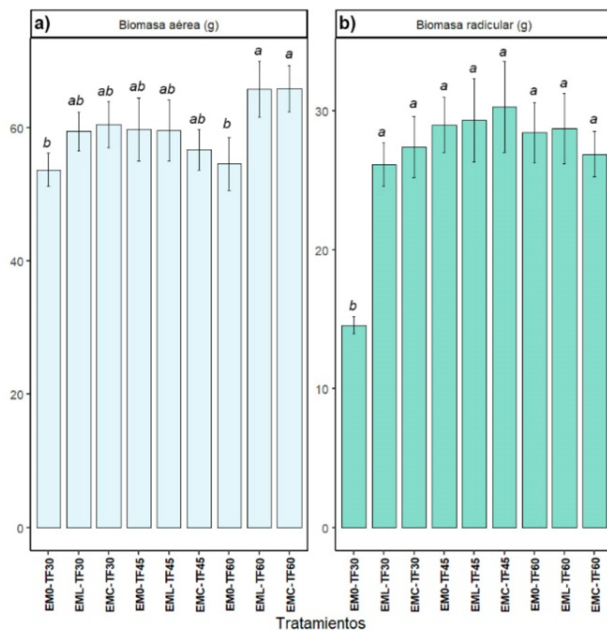


Figura 4: Efecto de los tratamientos en la cantidad de biomasa aérea (a) y radicular (b) de las plantas de lechuga a los 50 días después del trasplante. Letras diferentes indican diferencias significativas.

se excluye del análisis ya que su concentración se debe a la adición de $CaCO_3$ al momento de la elaboración del abono, sin embargo el pH ligeramente alcalino que se alcanzó por este material encalante, incrementa la actividad microbiana y por ende acelera el proceso de fermentación y mineralización de nutrientes (Bernal et al., 2009).

4.3. Efecto del bocashi en plantas de lechuga

Los mejores resultados se lograron con el bocashi al que se añadió EM locales y comerciales de 60 días de fermentación. La tendencia de cada variable evaluada fue similar a los 30 y 50 días después del trasplante, por lo que se presentó los resultados únicamente de la segunda evaluación. Un factor importante que merece ser resaltado es que no hay incremento significativo de la biomasa aérea a los 30 y 50 días, por lo tanto se podría cosechar las plantas de lechuga a los 30 días después del trasplante. Efectos positivos de este tipo de compostaje en varios cultivos han sido ampliamente documentados (Afreh et al., 2018; Dou et al., 2012; Gai et al., 2018).

5. Conclusión

Los residuos orgánicos de los agricultores corresponden principalmente a hortalizas, leguminosas, gramíneas y tubérculos, que son adecuados para procesos de compostaje por su baja relación C/N. Con la adición de EM locales o nativos, capturados y multiplicados de forma artesanal, se mejora la calidad nutricional del bocashi en cantidad similares y superiores a las cepas comerciales, dependiendo de la variable analizada. En el cultivo indicador los mejores resultados se observaron con la adición de EM nativos y comerciales de 60 días de fermentación. Se debería implementar actividades de capacitación a los agricultores para que capturen y multipliquen EM nativos con la metodología descrita en el presente documento, y posteriormente los adicionen durante el proceso de compostaje. La incorporación de EM al proceso de fermentación de los abonos, constituye una alternativa para la recuperación de la fertilidad de los suelos.

Referencias

Afreh, D., Zhang, D., Guan, K., Liu, Z., Song, C., Zheng, A., Deng, X., Feng, X., Zhang, Y., and Wu, Q. (2018). J. huang w. zhang . long-term fertilization on nitrogen use efficiency and greenhouse gas emissions in a double maize cropping system in subtropical china. *Soil and Tillage Research*, 180:259–267. [Original String]: Afreh D., J. Zhang, D. Guan, K. Liu, Z. Song, C. Zheng, A. Deng, X. Feng, X. Zhang, Y. Wu, Q. Huang W. Zhang (2018). Long-term fertilization on nitrogen use efficiency and greenhouse gas emissions in a double maize cropping system in subtropical China. Soil and Tillage Research 180: 259-267.

Bernal, M., Alburquerque, J., and Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. a review. *Bioresource technology*, 100(22):5444–5453.

Boechat, C., Santos, J., and Accioly, A. (2013). Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with 39;fermented bokashi compost39;. *Acta Scientiarum-agronomy*, 35(2):257–264.

Burt, R. (2014). *Kellogg soil survey laboratory methods manual*. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation ....

Dou, L., Komatsuzaki, M., and Nakagawa, M. (2012). Effects of biochar, mokusakueki and bokashi application on soil nutrients, yields and qualities of sweet potato. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 2(8):318–327.

Flores-Félix, J. D., Menéndez, E., Rivas, R., and de la Encarnación Velázquez, M. (2019). Future perspective in organic farming fertilization: Management and product. In *Organic Farming*, pages 269–315. Elsevier.

Footer, A. (2013). *Bokashi Composting: Scraps to Soil in Weeks.* [Original String]: Footer A. (2013). Bokashi Composting: Scraps to Soil in Weeks. New Society Publishers.

Formowitz, B., Elango, S., Okumoto, T., Müller, F., and Buerkert, A. (2007). The role of “effective microorganisms” in the composting of banana (musa ssp. *residues Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 170(5):649–656. [Original String]: Formowitz B., F. Elango, S. Okumoto, T. Müller A. Buerkert (2007). The role of “effective microorganisms” in the composting of banana (Musa ssp.) residues. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170(5): 649-656.

Gai, X., Liu, H., Liu, J., Zhai, L., Yang, B., Wu, S., Ren, T., Lei, Q., and Wang, H. (2018). Long-term benefits of combining chemical fertilizer and manure applications on crop yields and soil carbon and nitrogen stocks in north china plain. *Agricultural water management*, 208:384–392.

Gandahi, A. and Hanafi, M. (2014). *Composting for Sustainable Agriculture*, composting for sustainable agriculture Bio-composting Oil Palm Waste for Improvement of Soil Fertility. Springer International Publishing.

Gutierres, J. M., Carvalho, F. B., Schetinger, M. R. C., Agostinho, P., Marisco, P. C., Vieira, J. M., Rosa, M. M., Bohnert, C., Rubin, M. A., Morsch, V. M., Spanevello, R., and Mazzanti, C. M. (2014). Neuroprotective effect of anthocyanins on acetylcholinesterase activity and attenuation of scopolamine-induced amnesia in rats. *International journal of developmental neuroscience : the official journal of the International Society for Developmental Neuroscience*, 33:88–97.

IEE, . (2013). *Memoria Técnica Cantón Loja: Geopedología. Proyecto Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000*.

Mayer, J., Scheid, S., Widmer, F., Fließbach, A., and Oberholzer, H.-R. (2010). How effective are ‘effective microorganisms®(em)’? results from a field study in temperate climate. *Applied soil ecology*, 46(2):230–239.

Panhwar, Q. A., Ali, A., Naher, U. A., and Memon, M. Y. (2019). Fertilizer management strategies for enhancing nutrient use efficiency and sustainable wheat production.

PDOT, . (2015). Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia chuquiribamba. Technical report, Municipio de Loja, Loja.

PDOT-L, . (2014). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial municipio de loja. Technical report. [Original String]: PDOT-L (2014). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Municipio de Loja.

Rose, J. N., Nielles-Vallespin, S., Ferreira, P. F., Firmin, D. N., Scott, A. D., and Doorly, D. J. (2019). Novel insights into in-vivo diffusion tensor cardiovascular magnetic resonance using computational modeling and a histology-based virtual microstructure. *Magnetic resonance in medicine*, 81(4):2759–2773.

Sharma, A., Singh, S., Sharma, R., Chaudhary, P., and Pandey, A. (2016). Enhanced biodegradation of pahs by microbial consortium with different amendment and their fate in in-situ condition. *Journal of Environmental Management*, 181:728–736.

Suthamathy, N. and Seran, T. (2013). Residual effect of organic manure em bokashi applied to proceeding crop of vegetable cowpea (vigna unguiculata) on succeeding crop of radish (raphanus sativus). *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences*, 1(1):2–5.

Weil, R. and Brady, N. (2016). *The Nature and Properties of Soils, Global Edition*. Pearson Education.

Weindorf, D., Muir, J., and Landerossánchez, C. (2011). Organic compost and manufactured fertilizers: Economics and ecology.